

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-283909  
(P2000-283909A)

(43)公開日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 0 1 N 13/12		G 0 1 N 37/00	B 2 F 0 6 9
G 0 1 B 21/30		G 0 1 B 21/30	Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-88519

(22)出願日 平成11年3月30日(1999. 3. 30)

(71)出願人 000004271

日本電子株式会社

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号

(72)発明者 青木 進

東京都昭島市武蔵野三丁目1番2号 日本  
電子株式会社内

(74)代理人 100095980

弁理士 菅井 英雄 (外7名)

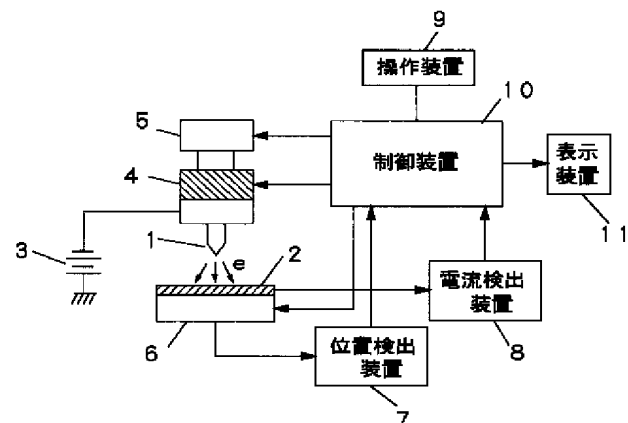
Fターム(参考) 2F069 AA54 AA57 AA60 DD15 DD24  
DD25 GG04 GG06 GG15 GG39  
GG52 GG56 GG62 HH09 JJ19  
JJ26 LL03 MM11 MM23 MM32  
PP02 QQ05 QQ10

(54)【発明の名称】 表面観察装置

(57)【要約】

【課題】STMにおいて、試料の広い範囲の凹凸像を得る。

【解決手段】試料2の広い範囲の凹凸像を観察する場合、探針1の先端と試料2の表面との距離は、探針1と試料2との間にフィールドエミッション電流が流れる距離となされる。試料2は走査機構6によって2次元走査される。その走査中、位置検出装置7は、現在探針1が走査範囲のどの位置にあるかを検出して制御装置10に渡す。電流検出装置8は試料2に流れるフィールドエミッション電流を検出し、制御装置10はそれを取り込む。制御装置10は、位置検出装置7からの位置データと、電流検出装置8で検出されたフィールドエミッション電流とに基づいて走査範囲の試料表面の凹凸像を形成して表示装置11に表示すると共に、位置データに基づいて、現在の探針1の走査位置を示す画像を形成して表示装置11に表示する。この二つの画像を観察することによって、オペレータは詳細に観察したい箇所を容易に探すことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】試料を2次元走査する走査機構と、  
試料を2次元走査しているときに、探針が当該走査範囲  
のどの位置にあるかを検出する位置検出装置と、  
試料を2次元走査しているときに試料に流れるフィールド  
エミッション電流あるいはトンネル電流を検出する電  
流検出装置と、  
位置検出装置で検出された位置データと、電流検出装置  
で検出されたフィールドエミッション電流あるいはトン  
ネル電流とに基づいて走査範囲の試料表面の凹凸像を形  
成して表示装置に表示する制御装置とを備えることを特  
徴とする表面観察装置。

【請求項2】前記試料の2次元走査におけるライン走査  
は一方方向ではなく、隣接する走査ラインではライン走査  
は逆方向に行われることを特徴とする請求項1記載の表  
面観察装置。

【請求項3】引き出し電極と、  
チャンネルプレートを用意するスクリーンと、  
引き出し電極を2次元走査する走査機構と、  
引き出し電極を2次元走査しているときに、引き出し電  
極が当該走査範囲のどの位置にあるかを検出する位置検  
出装置と、  
引き出し電極を2次元走査しているときに、引き出し電  
極に流れる電流を検出する第1の電流検出装置と、  
引き出し電極を2次元走査しているときに、スクリーンの  
チャンネルプレートに流れる電流を検出する第2の電  
流検出装置と、  
位置検出装置で検出された位置データと、第1の電流検  
出装置で検出された電流及び／または第2の電流検出装  
置で検出された電流に基づいて走査範囲の試料表面の凹  
凸像を形成して表示装置に表示する制御装置とを備える  
ことを特徴とする表面観察装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、試料表面を観察す  
る表面観察装置に係り、特に試料表面の比較的広い範囲  
の表面の凹凸像を短い時間で観察することができる表面  
観察装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】試料表  
面の凹凸像を観察するものとして走査型トンネル顕微鏡  
(以下、STMと称す)が知られている。そして、STM  
で試料表面を観察しようとする場合には、まず試料の  
どの箇所を観察するかを探す必要がある。

【0003】そのために、まず試料表面の比較的広い範  
囲について概略の凹凸像を得、その凹凸像を観察して詳  
細に観察したい領域を決定するようにすることが考えら  
れるが、STMでは探針の走査は圧電走査素子によって  
行っているため、一時の2次元走査で走査できる範囲は  
最大でも一辺が数 $\mu\text{m}$ の矩形の範囲であり、例えば、試

料表面の4 $\text{mm} \times 4\text{mm}$ の領域の凹凸像を得ようとする  
と、一辺が数 $\mu\text{m}$ の矩形の範囲で探針を走査して凹凸像  
を得るという操作を、探針の位置を手動で移動させなが  
ら繰り返し何回も行わなければならないので、非常に時  
間が掛かり、非効率である。

【0004】また、上述したようにして、一辺が数 $\mu\text{m}$   
の矩形の範囲で探針を走査して凹凸像を得るという操作  
を探針の位置を移動させながら繰り返し行うようにする  
と、試料表面に突起部がある場合には探針が当該突起部  
に衝突して、探針がダメージを受ける可能性も大きくな  
る。

【0005】なお、本明細書において、試料表面の比較  
的広い範囲というのは、探針を圧電走査素子によって2  
次元走査するときの走査範囲に比較して十分に広いとい  
う意味である。

【0006】そこで、本発明は、試料表面の比較的広い  
範囲の凹凸像を、従来より短い時間で得ることができる  
表面観察装置を提供することを目的とするものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するた  
めに、請求項1記載の表面観察装置は、試料を2次元走  
査する走査機構と、試料を2次元走査しているときに、  
探針が当該走査範囲のどの位置にあるかを検出する位置  
検出装置と、試料を2次元走査しているときに試料に流  
れるフィールドエミッション電流あるいはトンネル電流  
を検出する電流検出装置と、位置検出装置で検出された  
位置データと、電流検出装置で検出されたフィールドエ  
ミッション電流あるいはトンネル電流とに基づいて走査  
範囲の試料表面の凹凸像を形成して表示装置に表示する  
制御装置とを備えることを特徴とする。請求項2記載の  
表面観察装置は、請求項1記載の表面観察装置におい  
て、前記試料の2次元走査におけるライン走査は一方  
方向ではなく、隣接する走査ラインではライン走査は逆  
方向に行われることを特徴とする。請求項3記載の表面  
観察装置は、引き出し電極と、チャンネルプレートを用  
意するスクリーンと、引き出し電極を2次元走査する走  
査機構と、引き出し電極を2次元走査しているときに、  
引き出し電極が当該走査範囲のどの位置にあるかを検  
出する位置検出装置と、引き出し電極を2次元走査して  
いるときに、引き出し電極に流れる電流を検出する第1  
の電流検出装置と、引き出し電極を2次元走査している  
ときに、スクリーンのチャンネルプレートに流れる電流  
を検出する第2の電流検出装置と、位置検出装置で検出  
された位置データと、第1の電流検出装置で検出された  
電流及び／または第2の電流検出装置で検出された電流  
に基づいて走査範囲の試料表面の凹凸像を形成して表  
示装置に表示する制御装置とを備えることを特徴とする。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ発明の実  
施の形態について説明する。図1は本発明に係る表面観

察装置の第1の実施形態を示す図であり、図中、1は探針、2は試料、3は電源、4は圧電素子、5は移動機構、6は走査機構、7は位置検出装置、8は電流検出装置、9は操作装置、10は制御装置、11は表示装置を示す。なお、以下、図の上下方向をZ軸方向とし、Z軸方向に直交する面をX-Y平面とする。

【0009】圧電素子4は、探針1のZ軸方向の位置を可変させるためのものであり、その位置の可変量は制御装置10からの制御電圧によって制御される。移動機構5は、探針1及び圧電素子4を一体としてZ軸方向の位置を可変させるためのものであり、例えばモータで構成される。そして、その可変量は制御装置10からの制御信号によって制御される。従って、探針1のZ軸方向位置を大きく変える場合には制御装置10は移動機構5を駆動し、探針1のZ軸方向位置を微小量変える場合には制御装置10は圧電素子4を駆動する。

【0010】走査機構6は、試料2をX-Y平面内で2次元走査を行うためのものであり、モータで構成される。走査を行う走査範囲のサイズは制御装置10から与えられる。走査には、図2に示すような4つの走査モードが定められている。図2(a)は上から下に走査していくモード、図2(b)は上から下に走査していくモード、図2(c)は左から右に走査していくモード、図2(d)は右から左に走査していくモードであり、何れの走査モードにおいても、1ラインの走査が終了したときには、元に戻って次のライン走査位置から同方向にライン走査を行うのではなく、ライン走査が終了した位置からライン走査の位置を所定の幅だけ変更して、逆方向に走査するようになされている。このような走査を行うことによって、走査時間の短縮化を図っている。

【0011】また、図2(a)～(d)に示すような4つのモードを設けるのは、試料表面内の詳細に観察したい領域がどのような位置にあるかが予め予測できる場合、その位置に応じてできるだけ速く凹凸像が得られるようにするためである。例えば、図3に示すように、探針1が左下にある場合、詳細に観察したい領域が試料2の楕円で囲まれる領域にあると予測できる場合には、図2(a)に示す走査モードで走査を行えば、図2(b)～(d)に示す走査モードにより走査する場合に比較して、より速く当該領域の凹凸像を得ることができることになる。

【0012】位置検出装置7は、走査を行っているとき、現在走査範囲のどの位置が探針1と対向しているか、その位置を検出するものである。これは、現在、探針1が走査範囲のどの位置にあるか、その位置を検出することに他ならない。

【0013】電流検出装置8は、試料2に流れるフィールドエミッション電流、あるいはトンネル電流を検出するものである。

【0014】操作装置9は、2次元走査を行う範囲、及

び走査モードの設定、詳細な像観察モードか、広い範囲の像観察モードかの設定等の種々の設定を行うためのものである。ここで、走査を行う範囲の設定の手法としては、例えば走査の中心位置の座標と、その中心位置から±X方向及び±Y方向のサイズを設定することで行ってもよく、あるいは、走査範囲の矩形の一つの頂点の座標と、X方向及びY方向のサイズを設定することで行ってもよく、または、走査範囲の矩形の対角となる二つの頂点の座標を設定することで行ってもよい。

10 【0015】制御装置10は、操作装置9によって設定された走査範囲及び走査モードを走査機構6に与えると共に、位置検出装置7からの位置データと電流検出装置8からのフィールドエミッション電流値に基づいて画像を形成して、表示装置11に表示する処理等の所定の処理を実行する。このように、電流値から画像を形成する手法は周知であるので詳細な説明は省略するが、例えば、電流値を輝度値に対応させることによって画像化する手法を用いればよい。

20 【0016】さて、いま操作装置9で広い範囲の像観察モード、走査範囲及び走査モードが設定されると、制御装置10は、移動機構5に対して予め定められている所定のZ軸方向位置を与える。これにより、移動機構5は、探針1と圧電素子4とを当該Z軸方向位置に位置するように移動する。このZ軸方向位置は、探針1と試料2との間にフィールドエミッション電流が流れるような位置であり、通常、探針1と試料2との間の距離が数 $\mu$ m程度となる位置である。そして、探針1は、広い範囲の像観察モードが終了するまでこのZ軸方向位置に固定される。

30 【0017】また、このとき、制御装置10は、操作装置9で設定された走査範囲と走査モードを走査機構6に渡し、走査の開始を指示する。

40 【0018】なお、電源3の電圧について説明すると次のようである。広い範囲の像観察モード時では電源3としては負の数kVの電圧が必要であり、詳細な像観察モード時には負の数Vの電圧となる。従って、電源3が、負の数V～数kVまでの広範囲の電圧を発生させることができる電源であれば、制御装置10により、広い範囲の像観察モード時には負の数kVとなるように、詳細な像観察モード時には負の数Vとなるように自動制御を行うことが可能であるが、そうでない場合には、広い範囲の像観察モード時と、詳細な像観察モード時とで切り換えスイッチによって予め電源電圧の切り換えを行っておく必要がある。ここでは、電源3として、予め負の数kVの電圧を発生する電源が接続されており、切り換えスイッチによって電圧を切り換えるものとする。

50 【0019】走査機構6は、制御装置10からの指示によって、設定された走査範囲を、設定された走査モード2次元走査するが、その走査位置は位置検出装置7によって検出され、制御装置10に渡される。また、各走査

位置において、試料2には、探針1と試料2の表面との距離に応じたフィールドエミッション電流が流れ、このフィールドエミッション電流は電流検出装置8で検出され、制御装置10に渡される。

【0020】そして、制御装置10は、位置検出装置7からの位置データと、電流検出装置8からのフィールドエミッション電流値に基づいて画像を形成して、表示装置11の所定の領域に表示すると共に、操作装置9によって設定された走査範囲と、位置検出装置7からの位置データに基づいて、現在探針1が走査範囲のどのような位置にあるか、その走査位置を示す画像を表示装置11の所定の領域に表示する。

【0021】ここで、前者のフィールドエミッション電流値に基づいて形成された画像は、当該画像の各画素の輝度値は当該走査位置でのフィールドエミッション電流値に対応したものであり、このフィールドエミッション電流値は探針1の先端と試料表面との距離に対応したものであるから、結局、当該画像は走査範囲の試料表面の凹凸を表している画像に他ならない。従って、当該画像を観察することによって詳細に観察したい領域を探し出すことができる。

【0022】また、後者の現在の探針1の走査位置を示す画像の例を図4に示す。図4は、走査範囲の設定を、走査の中心位置の座標と、その中心位置から±X方向及び±Y方向のサイズを設定することで行った場合を示しており、図中の黒点が現在の探針1の走査位置を示しており、下側には、その走査位置のX、Yの座標値が表示されている。この座標値は、設定された走査の中心位置からのずれ量として表示されている。なお、図中のR、L、U、Dは、それぞれ右(right)、左(left)、上(up)、下(down)を意味している。

【0023】このような二つの画像が表示されることにより、オペレータは、詳細に観察したい領域がどのような位置にあるかを容易に知ることができる。なお、このように表示装置11に二つの画像を表示するためには、表示装置11の表示領域を二つに分割して表示すればよい。

【0024】走査機構6は、走査範囲を1回走査すると、走査を終了する。即ち、例えば図2(a)で示す走査モードで走査した場合には、図2(a)の左下端から走査を行っていき、左上端に至ると走査は終了となる。その他の走査モード時も同様である。広い範囲の像観察モードでは、試料表面の凹凸の概略が分かればよいので、走査は1回だけでよいのである。

【0025】そして、制御装置10は、位置検出装置7からの位置データによって走査が終了したことを検知すると、この広い範囲の像観察モードの処理を終了する。

【0026】フィールドエミッション電流値に基づいて形成された画像と、探針1の現在の走査位置を示す画像とによって詳細に観察したい領域が決まったら、オペレ

ータは操作装置9により、詳細な像観察モード、走査範囲を設定して、像観察を行う。この詳細な像観察モードは、従来のSTMでの試料表面の像観察と同じである。この詳細な像観察モードは周知であり、本発明において本質的なものではないので、詳細な説明は省略するが、概略次のようである。

【0027】この詳細な像観察モード時には、電源3は負の数Vとなされ、制御装置10は、電流検出装置8からのトンネル電流値が一定となるように、圧電素子4に与える制御電圧を制御して、探針1と試料2の表面との距離を一定に保つ動作を行い、試料2の表面の凹凸像を形成して表示装置11に表示する。

【0028】以上のようなので、この表面観察装置によれば、モータで構成される走査機構6によって試料2を走査するので、探針1を圧電走査素子によって走査する場合に比べて、試料表面の比較的広い範囲を走査することができる。また、広い範囲の像観察モードでは、探針1は試料2の表面から数μmの距離に置かれるので、探針1の先端が試料2の突起部と衝突する可能性は非常に小さいものである。更に、フィールドエミッション電流値に基づいて形成された画像と、探針1の現在の走査位置を示す画像とが表示されるので、オペレータは、詳細に観察したい領域を容易に探索することができる。更に、複数の走査モードを設けたので、効率よく任意の場所の凹凸像が得られる。また更に、広い範囲の像観察モード時のライン走査は一方向ではなく、隣接する走査ラインではライン走査は逆方向に行われるので、走査時間を短縮することができる。

【0029】以上、第1の実施形態について説明したが、次に、第2の実施形態について説明する。

【0030】上述した第1の実施形態では、広い範囲の像観察モード時には、試料2に流れるフィールドエミッション電流を検出するものとしたが、この第2の実施形態では、トンネル電流を検出する。その構成例を図5に示す。図5に示す構成は図1に示すものと同じであるが、この実施形態では、広い範囲の像観察モード時にも電流検出装置8ではトンネル電流を検出する点で上述した第1の実施形態と異なっている。従って、この実施形態では広い範囲の像観察モード時には、探針1のZ軸方向位置は、試料2との間の距離が数nm程度となる位置になされ、電源3は負の数Vとなされる。その他の点は第1の実施形態におけると同じである。

【0031】以上のようなので、この表面観察装置によれば、第1の実施形態と同様に、試料表面の比較的広い範囲を走査することができる。また、トンネル電流値に基づいて形成された画像と、探針1の現在の走査位置を示す画像とが表示されるので、オペレータは、詳細に観察したい領域を容易に探索することができる。

【0032】ただ、この第2の実施形態では、探針1と試料2との距離は数nm程度であり、第1の実施形態の

場合と比べてかなり近いので、探針1と試料2との衝突を避けるために、制御装置10においてトンネル電流が増加したときに圧電素子4を制御して、探針1を図の上方向に移動させる制御を行う必要がある。

【0033】次に、第3の実施形態について説明する。上述した第1、第2の実施形態ではSTMにおいて試料の比較的広い範囲の凹凸像を観察する場合について説明したが、このように、まず試料の比較的広い範囲の像を得、その像を観察して詳細に観察したい箇所を探すという作業はSTMに限らず要求される。

【0034】例えば、最近、走査探針等の先端の尖った突起部の先端の組成分布及び電子状態を原子レベルで評価することを目的とした走査アトムプローブ装置（以下、SAPと称す）の研究開発が進められている。このSAP装置を用いた突起部の分析の原理について概略説明すると次のようである。図6に示すように、試料20の突起部の先端近傍に、漏斗型の引き出し電極21を配置し、試料20に正の高電圧を印加する。これにより、試料20の突起部の先端からイオンが飛び出す。このイオンの一部は、チャンネルプレート23を備えるスクリーン22に衝突し、チャンネルプレート23により電流に変換されて、図示しない電流検出器によって検出されるが、その他のイオンは、スクリーン22及びチャンネルプレート23の中心に開けられているプローブホール24を通過して、図示しない質量分析計により質量分析される。そして、チャンネルプレート23で検出された電流、質量分析の結果等を総合的に分析することによって、当該突起部の先端の組成分布及び電子状態を評価することができる。

【0035】さて、このようなSAP装置においては、試料のどの箇所に突起部があるかを調べる必要があるが、引き出し電極21を手動により試行錯誤的に移動させているのが現状である。

【0036】そこで、SAP装置においても、まず試料の比較的広い範囲の凹凸像を得、その凹凸像を観察して詳細に分析したい突起部を探すことができれば、所望の位置に引き出し電極を自動的に移動させることができるので、分析効率を向上させることができる。

【0037】第3の実施形態は、SAP装置において、試料の比較的広い範囲を走査して凹凸像を得ることを目的とするものであり、その構成例を図7に示す。図7において、20は試料、21は引き出し電極、22はスクリーン、23はチャンネルプレート、24はプローブホール、25は圧電素子、26は移動機構、27は電源、28は走査機構、29は電流検出装置、30は位置検出装置、31は電流検出装置、32は制御装置、33は表示装置、34は操作装置を示す。なお、この実施形態では、図の左右方向をZ軸方向とし、Z軸方向に直交する面をX-Y平面とする。

【0038】圧電素子25は、試料20のZ軸方向の位

置を可変させるためのものであり、その位置の可変量は制御装置32からの制御電圧によって制御される。図7では制御信号線は省略している。移動機構26は、試料20及び圧電素子25を一体としてZ軸方向の位置を可変させるためのものであり、例えばモータで構成される。そして、その可変量は制御装置10からの制御信号によって制御される。図7では制御信号線は省略している。従って、試料20のZ軸方向位置を大きく変える場合には制御装置32は移動機構26を駆動し、試料20のZ軸方向位置を微小量変える場合には制御装置32は圧電素子25を駆動する。

【0039】走査機構28は、引き出し電極21をX-Y平面内で2次元走査を行うためのものであり、モータで構成される。走査を行う走査範囲のサイズは制御装置32から与えられる。引き出し電極21の2次元走査には、上述した実施形態と同じに図2に示す4つの走査モードが定められており、走査時間の短縮化が図られている。

【0040】位置検出装置30は、引き出し電極21の走査を行っているとき、現在引き出し電極21が走査範囲のどの位置にあるか、その位置を検出するものである。

【0041】電流検出装置29は、引き出し電極21に流れる電流I。（この電流を引き出し電極電流と称す）を検出するものである。電流検出装置31はチャンネルプレート23で変換された電流I。（この電流をスクリーン電流と称す）を検出するものである。

【0042】操作装置34は、2次元走査を行う範囲、及び走査モードの設定、詳細な分析モードか、広い範囲の像観察モードかの設定等の種々の設定を行うためのものである。ここで、走査を行う範囲の設定の手法としては、例えば走査の中心位置の座標と、その中心位置から±X方向及び±Y方向のサイズを設定することで行ってもよく、あるいは、走査範囲の矩形の一つの頂点の座標と、X方向及びY方向のサイズを設定することで行ってもよく、または、走査範囲の矩形の対角となる二つの頂点の座標を設定することで行ってもよい。

【0043】制御装置32は、操作装置34によって設定された走査範囲及び走査モードを走査機構28に与えると共に、位置検出装置30からの位置データと電流検出装置29からの引き出し電極電流I。に基づいて、また、位置検出装置30からの位置データと電流検出装置31からのスクリーン電流I。に基づいて、画像を形成して、表示装置33に表示する処理等の所定の処理を実行する。

【0044】さて、いま操作装置34で広い範囲の像観察モード、走査範囲及び走査モードが設定されると、制御装置32は、移動機構26に対して予め定められている所定のZ軸方向位置を与える。これにより、移動機構26は、試料20と圧電素子25とを当該Z軸方向位置

10

20

30

40

50

に位置するように移動する。このZ軸方向位置は適宜に設定されていてよい。また、このとき、制御装置32は、操作装置34で設定された走査範囲と走査モードを走査機構28に渡し、走査の開始を指示する。

【0045】なお、電源27の電圧について説明すると次のようである。上述したように、試料20の突起部を詳細に分析する場合には、電源27は正の高電圧となされるが、広い範囲の像観察モード時には電源27は負の高電圧になされる。この詳細な分析モード時と、広い範囲の像観察モード時での電源電圧の切り換えは適宜な方法により行うことができる。

【0046】走査機構28は、制御装置32からの指示によって、設定された走査範囲を、設定された走査モードで2次元走査するが、その走査位置は位置検出装置30によって検出され、制御装置32に渡される。また、各走査位置において、試料20の引き出し電極21と対向する表面からは、試料20の表面と引き出し電極21との距離に応じた量の電子が放出され、その一部は引き出し電極21に取り込まれ、その他の引き出し電極21を通過した電子はスクリーン22に取り込まれるので、引き出し電極21、及びチャンネルプレート23には、それぞれ、試料20の表面と引き出し電極21との距離に応じた引き出し電極電流 $I_e$ 、及びスクリーン電流 $I_s$ が流れ、それぞれ電流検出装置29、31で検出され、制御装置32はそれを取り込む。

【0047】そして、制御装置32は、位置検出装置31からの位置データと、電流検出装置29からの引き出し電極電流 $I_e$ 、及び位置データと電流検出装置31からのスクリーン電流 $I_s$ に基づいて画像を形成して、それぞれ表示装置33の所定の領域に表示すると共に、操作装置34によって設定された走査範囲と、位置検出装置31からの位置データに基づいて、現在引き出し電極21が走査範囲のどのような位置にあるか、その走査位置を示す画像を表示装置33の所定の領域に表示する。

【0048】ここで、引き出し電極電流 $I_e$ に基づいて形成された画像、及びスクリーン電流 $I_s$ に基づいて形成された画像は、共に、その画像の各画素の輝度値は当該走査位置での試料20の表面と引き出し電極21との距離に対応したものであるから、結局、これら二つの画像は走査範囲の試料表面の凹凸を表している画像に他ならない。従って、当該画像を観察することによって、突起部がどのような位置にあるかを探し出すことができる。また、現在の引き出し電極21の走査位置を示す画像は、第1の実施形態における同様に、図4に示すように表示される。

【0049】このような画像が表示されることにより、オペレータは、詳細に分析したい試料の突起部がどのような位置にあるかを容易に知ることができる。

【0050】走査機構28は、走査範囲を1回走査すると、走査を終了する。広い範囲の像観察モードでは、試

料表面の凹凸の概略が分かればよいので、走査は1回だけでよいのである。

【0051】そして、制御装置32は、位置検出装置30からの位置データによって走査が終了したことを検知すると、この広い範囲の像観察モードの処理を終了する。

【0052】引き出し電極電流 $I_e$ に基づいて形成された画像、スクリーン電流 $I_s$ に基づいて形成された画像、引き出し電極21の現在の走査位置を示す画像とによって詳細に分析したい位置が決まったら、オペレータは操作装置34により、詳細な分析モード、分析位置を設定して、分析を行う。この詳細な分析モードは、上述したと同じである。

【0053】なお、以上の説明では、引き出し電極電流 $I_e$ に基づいて形成された画像と、スクリーン電流 $I_s$ に基づいて形成された画像とを表示するものとしたが、何れか一方の画像だけを表示してもよいものである。

【0054】以上のようなので、この表面観察装置によれば、モータで構成される走査機構28によって引き出し電極21を走査するので、試料表面の比較的広い範囲を走査することができる。また、引き出し電極電流 $I_e$ に基づいて形成された画像、スクリーン電流 $I_s$ に基づいて形成された画像、引き出し電極21の現在の走査位置を示す画像が表示されるので、オペレータは、詳細に分析したい試料の突起部の位置を容易に探し出すことができ、分析効率を向上させることができる。更に、複数の走査モードを設けたので、効率よく任意の場所の凹凸像が得られる。また更に、広い範囲の像観察モード時のライン走査は一方向ではなく、隣接する走査ラインではライン走査は逆方向に行われるので、走査時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る表面観察装置の第1の実施形態を示す図である。

【図2】 走査機構6の走査モードを示す図である。

【図3】 図2に示す4つの走査モードを設ける意味を説明するための図である。

【図4】 現在の探針1の走査位置を示す画像の例を示す図である。

【図5】 本発明に係る表面観察装置の第2の実施形態を示す図である。

【図6】 走査アトムプローブ(SAP)装置を用いた分析の原理の概略を説明するための図である。

【図7】 本発明に係る表面観察装置の第3の実施形態を示す図である。

【符号の説明】

1…探針、2…試料、3…電源、4…圧電素子、5…移動機構、6…走査機構、7…位置検出装置、8…電流検出装置、9…操作装置、10…制御装置、11…表示装置、20…試料、21…引き出し電極、22…スクリー

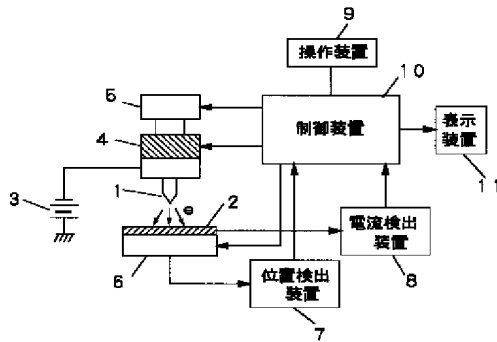
1 1

1 2

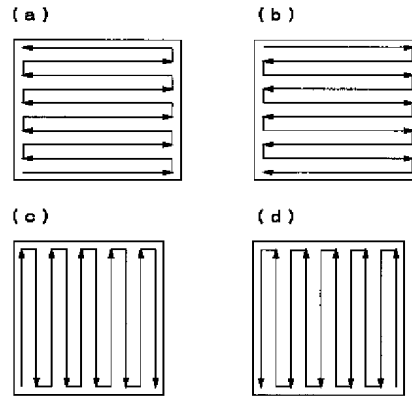
ン、23…チャンネルプレート、24…プローブホール、25…圧電素子、26…移動機構、27…電源、28…走査機構、29…電流検出装置、30…位置検出装

置、31…電流検出装置、32…制御装置、33…表示装置、34…操作装置。

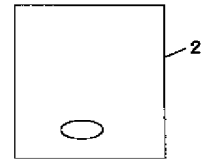
【図1】



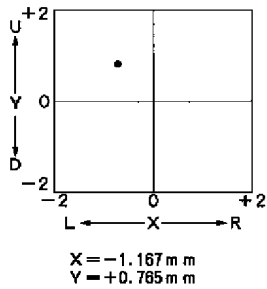
【図2】



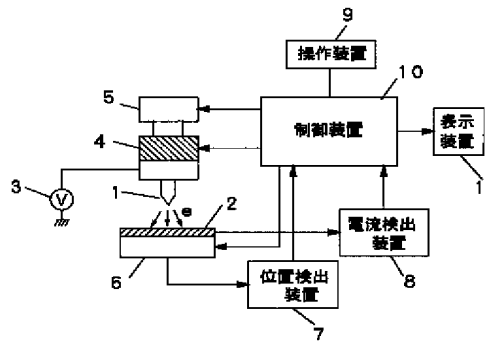
【図3】



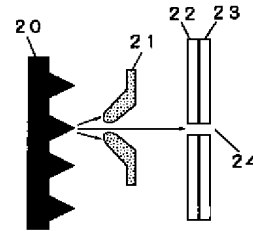
【図4】



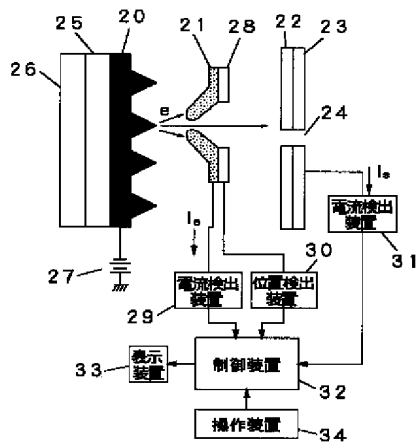
【図5】



【図6】



【図7】



**PAT-NO:** JP02000283909A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 2000283909 A  
**TITLE:** SURFACE OBSERVATION DEVICE  
**PUBN-DATE:** October 13, 2000

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
AOKI, SUSUMU	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
JEOL LTD	N/A

**APPL-NO:** JP11088519  
**APPL-DATE:** March 30, 1999

**INT-CL (IPC):** G01N013/12 , G01B021/30

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a surface observation device capable of providing an irregular image in a comparatively wide range on a sample surface in a shorter time than hitherto.

**SOLUTION:** When an irregular image in a wide range of a sample 2 is observed, the distance between the head of a probe 1 and the surface of the sample 2 is such a distance that a field emission current flows between the probe 1 and the



sample 2. Two-dimensional scanning of the sample 2 is executed by a scanning mechanism 6. During the scanning, a position detecting device 7 detects a present position of the probe 1 in the scanning range, and delivers the data to a control device 10. A current detecting device 8 detects the field emission current flowing in the sample 2, and the control device 10 takes it in. The control device 10 forms the irregular image of the sample 2 surface in the scanning range, based on the position data from the position detecting device 7 and the field emission current detected by the current detecting device 8, and displays the image on a display device 11, and also forms an image for showing the present scanning position of the probe 1 based on the position data, and displays the image on the display device 11. An operator can easily search for the spot to be observed in detail, by observing these two images.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO